

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/017985

International filing date: 26 November 2004 (26.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2003-398197  
Filing date: 27 November 2003 (27.11.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 10 February 2005 (10.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

26.11.2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年 1 1 月 2 7 日  
Date of Application:

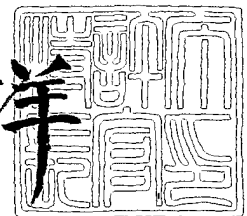
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 3 9 8 1 9 7  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 3 9 8 1 9 7 ]

出      願      人                      京セラ株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 5 年    1 月 2 7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川 洋



【書類名】 特許願  
【整理番号】 0000331601  
【提出日】 平成15年11月27日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 31/04  
【発明者】  
    【住所又は居所】 滋賀県八日市市蛇溝町長谷野 1 1 6 6 番地の 6 京セラ株式会社  
                        滋賀八日市工場内  
    【氏名】 藤井 修一  
【発明者】  
    【住所又は居所】 滋賀県八日市市蛇溝町長谷野 1 1 6 6 番地の 6 京セラ株式会社  
                        滋賀八日市工場内  
    【氏名】 兼子 俊彦  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000006633  
    【住所又は居所】 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地  
    【氏名又は名称】 京セラ株式会社  
    【代表者】 西口 泰夫  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 005337  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

複数枚の太陽電池素子の受光面側および／または非受光面側に、出力を外部へ取り出すためのバスバー電極を設け、これらの太陽電池素子の前記バスバー電極同士をインナーリードで接続し、充填材内に封入してなる太陽電池モジュールであって、前記インナーリードと前記バスバー電極とは半田によって接続されるとともに、前記バスバー電極は、その長手方向の端部が前記充填材と直接接触するように構成されてなる太陽電池モジュール。

**【請求項 2】**

前記バスバー電極は、その長手方向の端部と前記充填材との間に半田レジストが介在するように構成されてなる請求項 1 に記載の太陽電池モジュール。

**【請求項 3】**

前記バスバー電極は、その長手方向の中央部の少なくとも一部が半田で被覆されてなる請求項 1 または 2 に記載の太陽電池モジュール。

**【請求項 4】**

前記インナーリードの幅は、前記バスバー電極の幅よりも細くしてなる請求項 1 から 3 のいずれかに記載の太陽電池モジュール。

【書類名】明細書

【発明の名称】太陽電池モジュール

【技術分野】

【0001】

本発明は太陽電池モジュールに関し、特に半導体基板に電極を有する太陽電池素子を、複数枚インナーリードで接続した太陽電池モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

太陽電池素子の一般的な構造を図3および図4に示す。図3(a)は、太陽電池素子Xの断面の構造を示す図である。また、図4は、電極形状の一例を示す図であり、(a)は受光面側(表面)、(b)は非受光面側(裏面)である。

【0003】

このような太陽電池素子Xは次のようにして作製される。

【0004】

まず、厚み0.3~0.4mm程度、大きさ100~150mm角程度の単結晶シリコンや多結晶シリコン等からなるp型半導体のシリコン基板1を準備する。そして、シリコン基板1にn型拡散層1aを形成し、半導体接合部3とする。このようなn型拡散層1aは、シリコン基板1を拡散炉中に配置して、オキシ塩化リン(POCl<sub>3</sub>)中で加熱することによって、シリコン基板1の表面部全体にn型不純物であるリン原子を拡散させて、厚み0.2~0.5μm程度のn型拡散層1aとして形成することができる。その後、側面部と底面部の拡散層の部分除去する。

【0005】

太陽電池素子Xの受光面側には、例えば、窒化シリコン膜からなる反射防止膜2が形成される。このような反射防止膜2は、例えばプラズマCVD法等で形成され、パッシベーション膜としての機能をも有する。

【0006】

そして、シリコン基板1の表面に銀ペーストを、裏面にはアルミニウムペーストおよび銀ペーストを塗布して焼成することにより、表面電極5および裏面電極4を同時に形成する。

【0007】

図4(a)に示されるように裏面電極4は裏面から出力を取り出すための裏面バスバー電極4aと裏面集電用電極4bからなる。また、図4(b)に示されるように表面電極5は表面から出力を取り出すための表面バスバー電極5aと、これに直交するように設けられた集電用の表面フィンガー電極5bとから構成される。

【0008】

裏面集電用電極4bは、アルミニウムペーストをスクリーン印刷法で印刷して焼き付けることによって形成され、このときにシリコン基板1中にアルミニウムが拡散して、裏面で発生したキャリアが再結合することを防ぐ裏面電界層が形成される。また、裏面バスバー電極4a、表面バスバー電極5a、表面フィンガー電極5bは銀ペーストをスクリーン印刷法で印刷して焼成する方法によって形成される。なお、表面電極5は、反射防止膜2の電極に相当する部分をエッチング除去して形成される場合と、もしくは反射防止膜2の上から、ファイアスルーという手法によって直接形成される場合とがある。

【0009】

また、これら太陽電池素子Xの電極部には出力を外部に取り出すための配線をしやすくしたり、電極の耐久性を維持するために半田が被覆される場合もあり、この半田の被覆には、ディップ法、噴流式等が採用されている。

【0010】

太陽電池素子一枚では発生する電気出力が小さいため、複数の太陽電池素子を直並列に接続して、実用的な電気出力が取り出せるようにする必要がある。太陽電池モジュールの一例として、図3(b)に、図3(a)の太陽電池素子Xを組み合わせ構成した太陽電

池モジュールYを示す。

#### 【0011】

図3(b)に示すように、複数の太陽電池素子Xは、インナーリード8によって電氣的に接続され、透光性パネル9と裏面保護材11の間にエチレンビニルアセテート共重合体(EVA)などを主成分とする充填材10で気密に封入されて、太陽電池モジュールYを構成している。太陽電池モジュールYの出力は、出力配線12を経て端子ボックス13に接続されている。図3(c)に、図3(b)の太陽電池モジュールYの内部構造の部分拡大図を示す。

#### 【0012】

図3(c)に示すように、太陽電池素子X1の表面バスバー電極5aと、隣接する太陽電池素子X2の裏面バスバー電極4aとをインナーリード8によって接続して、複数の太陽電池素子X同士が電氣的に接続されている。一般的にインナーリードは厚さ0.1~0.3mm程度の銅箔等の全面を半田被覆したものをを用いており、このインナーリード8と太陽電池素子Xのバスバー電極(4a、5a)を半田を介在させて加熱し、部分的もしくは全長にわたり圧着させることにより太陽電池素子Xとインナーリード8とを半田によって接続する。

【特許文献1】特開2003-69055号公報

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0013】

上述のように、半田を用いてインナーリード8と太陽電池素子Xのバスバー電極(4a、5a)とを接続するときには、あらかじめバスバー電極(4a、5a)の表面に半田の被覆を設けておき、インナーリード8の半田の被覆と合わせて互いに加熱溶着する場合、インナーリード8のみに半田の被覆を設けておき、フラックスを用いるなどして電極部に直接、インナーリード8の半田を加熱溶着させる場合などがあるが、これらの従来の太陽電池素子X、または太陽電池モジュールYにおいて、バスバー電極(4a、5a)に沿って割れが発生するという問題があった。

#### 【0014】

この問題に鑑み、発明者が鋭意検討を行ったところ、次のような事実が判明した。

#### 【0015】

図5(a)に、図3(c)のA-A線における断面図を示し、図5(b)には、図5(a)のB部における電極の断面にかかるストレスをシミュレーションした図を示す。なお、断面図は構成をわかりやすくするため、要部の寸法を誇張して描いてあり、実際の寸法比率とは異なる。

#### 【0016】

図5(a)に示すように、出力取り出し端子部分であるバスバー電極(4a、5a)におけるインナーリード8との接続部分において、バスバー電極(4a、5a)は、その端部まで半田6によって覆われている。このとき、図5(b)に表示されているように、表面バスバー電極5aの端部とシリコン基板1表面との境界線付近に最も大きな引張応力が生じ、ストレスが集中しやすい状態となっていることがわかる。

#### 【0017】

このストレスが原因となって、バスバー電極(4a、5a)下部のシリコン基板1にマイクロクラック等の欠陥が発生し、後工程において、このマイクロクラックを起点に大きなひびや割れに発展するという問題や、出力が充分に取り出せない・出力が低下するといった問題を引き起こすことが判明した。また、特に、太陽電池モジュールは通常、野外に設置されるため日々の温度サイクルによる収縮、膨張が繰り返される。このときのストレスが加重されて、バスバー電極(4a、5a)端部とシリコン基板1の表面との境界線付近にもかかるため、太陽電池素子Xに割れが発生し長期信頼性が低下するという問題が発生する。

#### 【0018】

さらに、近年コスト削減の観点から、シリコン基板 1 の厚みを薄くして半導体材料の使用量を削減するという試みもなされている。シリコン基板 1 の厚みが薄くなれば、その分衝撃やストレスに対して弱くなり、このような半田によるストレスがかかると割れやクラックの発生頻度が高くなるという問題もある。

#### 【0019】

なお、特許文献 1 には、この問題を回避するため、太陽電池素子の裏面、表面および側面に補強材をつけることで太陽電池素子およびモジュールの製造工程における素子の割れを削減できるという方法が開示されている。しかし、この方法によれば、半導体基板の薄型化に伴う半導体基板のエッジ部における割れを抑制することはできるものの、バスバー電極端部と半導体基板表面との境界線付近にかかるストレスは低減することができないため、マイクロクラック等の欠陥の発生を抑制することはできない。

#### 【0020】

本発明はこのような従来の問題点に鑑みてなされたものであり、太陽電池素子のバスバー電極の端部と半導体基板の境界付近にかかるストレスを低減し、このストレスに起因するマイクロクラック等の欠陥の発生を抑制した太陽電池モジュールを提供することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0021】

上記目的を達成するために、本発明の請求項 1 にかかる太陽電池モジュールは、複数枚の太陽電池素子の受光面側および／または非受光面側に、出力を外部へ取り出すためのバスバー電極を設け、これらの太陽電池素子の前記バスバー電極同士をインナーリードで接続し、充填材内に封入してなる太陽電池モジュールであって、前記インナーリードと前記バスバー電極とは半田によって接続されるとともに、前記バスバー電極は、その長手方向の端部が前記充填材と直接接触するように構成されてなる。

#### 【0022】

このようにしたので、バスバー電極の端部が剛性の高い半田によって被覆される代わりに、充填材によって覆われるので、ストレスが緩和されやすい。そのため、太陽電池素子の基板表面とバスバー電極の端部の境界線付近にかかる引張応力を低減することができるから、バスバー電極下部の基板にマイクロクラック等の欠陥の発生を抑制することができるようにする。

#### 【0023】

本発明の請求項 2 にかかる太陽電池モジュールは、請求項 1 に記載の太陽電池モジュールにおいて、前記バスバー電極は、その長手方向の端部と前記充填材との間に半田レジストが介在するように構成されてなる。

#### 【0024】

このようにしたので、バスバー電極の端部が剛性の高い半田によって被覆される代わりに、半田レジストを介して充填材によって覆われるので、ストレスが緩和されやすい。そのため、太陽電池素子の基板表面とバスバー電極の端部の境界線付近にかかる引張応力を低減することができるから、バスバー電極下部の基板にマイクロクラック等の欠陥の発生を抑制することができる。さらに、インナーリードをバスバー電極に熱溶着するときに、バスバー電極の端部がこの半田レジストによって覆われているので、半田がバスバー電極の端部に流れ込んで、この端部を覆う恐れがない。

#### 【0025】

本発明の請求項 3 にかかる太陽電池モジュールは、請求項 1 または 2 に記載の太陽電池モジュールにおいて、前記バスバー電極は、その長手方向の中央部の少なくとも一部が半田で被覆されてなるようにしたので、特に電極の中央部に必ず半田が存在してインナーリードと接続されることとなり、接続の信頼性が高まる。

#### 【0026】

本発明の請求項 4 にかかる太陽電池モジュールは、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の

太陽電池モジュールにおいて、前記インナーリードの幅は、前記バスバー電極の幅よりも細くしてなる。このようにしたので、インナーリードをバスバー電極に熱溶着した際に、バスバー電極の端部にインナーリードの半田が流れ込みにくい。したがって、バスバー電極の端部と基板表面との境界線付近におけるストレスの集中を抑制でき、バスバー電極下部の基板にマイクロクラック等の欠陥の発生を抑制することができる。

#### 【発明の効果】

##### 【0027】

本発明によれば、バスバー電極の端部と半導体基板表面との境界線付近にかかる引張応力を低減することができ、ストレスの集中を抑制できるため、バスバー電極下部の半導体基板にマイクロクラック等の損傷の発生を抑制することができる。よって、後工程におけるひびや割れも低減し、バスバー電極端部と半導体基板表面との境界線付近の引張応力が緩和されているため、日々の温度サイクルストレスによる電極付近における割れを抑制することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

##### 【0028】

以下、本発明の太陽電池モジュールを添付図面に基づき詳細に説明する。図3(a)は、本発明の太陽電池モジュールにかかる太陽電池素子Xの断面の構造を示す図である。また、図4は、電極形状の一例を示す図であり、(a)は受光面側(表面)、(b)は非受光面側(裏面)である。

##### 【0029】

図3(a)において、1は半導体基板であるp型のシリコン基板、1aはn型拡散層、2は反射防止膜、3は半導体接合部、4aは裏面バスバー電極、4bは裏面集電用電極、5aは表面バスバー電極を示す。

##### 【0030】

ここで、太陽電池素子Xの製造工程を説明する。まず、単結晶シリコンや多結晶シリコン等からなるp型半導体のシリコン基板1を準備する。このシリコン基板1は、ボロン(B)などの一導電型半導体不純物を $1 \times 10^{16} \sim 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 程度含有し、比抵抗 $1.0 \sim 2.0 \Omega \cdot \text{cm}$ 程度の基板である。単結晶シリコン基板の場合は引き上げ法などによって形成され、多結晶シリコン基板の場合は鋳造法などによって形成される。多結晶シリコン基板は、大量生産が可能であり、製造コスト面で単結晶シリコン基板よりも有利である。引き上げ法や鋳造法によって形成されたインゴットを $300 \mu\text{m}$ 程度の厚みにスライスして、 $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ または $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$ 程度の大きさに切断してシリコン基板1とする。

##### 【0031】

その後、基板の切断面を清浄化するために表面をフッ酸やフッ硝酸などのごく微量エッチングする。

##### 【0032】

次に、シリコン基板1を拡散炉中に配置して、オキシ塩化リン( $\text{POCl}_3$ )などの不純物元素を含むガス中で熱処理することによって、シリコン基板1の表面部分にリン原子を拡散させてシート抵抗が $30 \sim 300 \Omega/\square$ 程度のn型拡散層1aを形成し、半導体接合部3を形成する。

##### 【0033】

そして、シリコン基板1の表面側のみにn型拡散層1aを残して他の部分を除去した後、純水で洗浄する。このシリコン基板1の表面側以外のn型拡散層1aの除去は、シリコン基板1の表面側にレジスト膜を塗布し、フッ酸と硝酸の混合液を用いてエッチング除去した後、レジスト膜を除去することにより行う。

##### 【0034】

さらに、シリコン基板1の表面側に反射防止膜2を形成する。この反射防止膜2は例えば窒化シリコン膜などから成り、例えばシラン( $\text{SiH}_4$ )とアンモニア( $\text{NH}_3$ )との混合ガスをグロー放電分解でプラズマ化させて堆積させるプラズマCVD法などで形成さ



れる。この反射防止膜 2 は、シリコン基板 1 との屈折率差などを考慮して、屈折率が 1.8 ~ 2.3 程度になるように形成され、厚み 500 ~ 1000 Å 程度の厚みに形成される。この窒化シリコン膜は、形成の際に、パッシベーション効果があり、反射防止の機能と併せて、太陽電池の電気特性を向上させる効果がある。

#### 【0035】

そして、シリコン基板 1 の表面に銀ペーストを、裏面にはアルミニウムペーストおよび銀ペーストを塗布して焼成することにより、表面電極 5 および裏面電極 4 を同時に形成する。

#### 【0036】

図 4 (a) に示されるように裏面電極 4 は裏面から出力を取り出すための裏面バスバー電極 4 a と裏面集電用電極 4 b からなる。また、図 4 (b) に示されるように表面電極 5 は表面から出力を取り出すための表面バスバー電極 5 a と、これに直交するように設けられた集電用の表面フィンガー電極 5 b とから構成される。

#### 【0037】

裏面集電用電極 4 b はアルミニウム粉末と有機ビヒクルとガラスフリットをアルミニウム 100 重量部に対してそれぞれ 10 ~ 30 重量部、0.1 ~ 5 重量部を添加してペースト状にしたアルミニウムペーストを、例えばスクリーン印刷法で印刷し、乾燥後に同時に 600 ~ 800 °C で 1 ~ 30 分程度焼成することにより焼き付けられる。このときにシリコン基板 1 中にアルミニウムが拡散して、裏面で発生したキャリアが再結合することを防ぐ裏面電界層が形成される。

#### 【0038】

また、裏面バスバー電極 4 a、表面バスバー電極 5 a、表面フィンガー電極 5 b は、銀粉末と有機ビヒクルとガラスフリットを銀 100 重量部に対してそれぞれ 10 ~ 30 重量部、0.1 ~ 5 重量部を添加してペースト状にした銀ペーストを、例えばスクリーン印刷法で印刷、乾燥後に同時に 600 ~ 800 °C で 1 ~ 30 分程度焼成することにより焼き付けられる。なお、表面電極 5 は、反射防止膜 2 の電極に相当する部分をエッチング除去して形成してもよいし、もしくは反射防止膜 2 の上から、ファイアースルーという手法によって直接形成してもよい。

#### 【0039】

出力取りだし用の裏面バスバー電極 4 a を形成した後、裏面集電用電極 4 b を裏面バスバー電極 4 a の一部を覆わないように形成する。なお、この裏面バスバー電極 4 a と裏面集電用電極 4 b を形成する順番はこの逆でもよい。また、裏面電極 4 においては上記構造をとらず、表面電極 5 と同様の銀を主成分とするバスバー電極とフィンガー電極で構成された構造としてもよい。

#### 【0040】

太陽電池素子一枚では発生する電気出力が小さいため、複数の太陽電池素子を直並列に接続して、実用的な電気出力が取り出せるようにする必要がある。太陽電池モジュールの一例として、図 3 (b) に、図 3 (a) の太陽電池素子 X を組み合わせて構成した太陽電池モジュール Y を示す。

#### 【0041】

図 3 (b) に示すように、複数の太陽電池素子 X は、インナーリード 8 によって電氣的に接続され、透光性パネル 9 と裏面保護材 11 の間にエチレンビニルアセテート共重合体 (EVA) などを主成分とする充填材 10 で気密に封入されて、太陽電池モジュール Y を構成している。太陽電池モジュール Y の出力は、出力配線 12 を経て端子ボックス 13 に接続されている。図 3 (c) に、図 3 (b) の太陽電池モジュール Y の内部構造の部分拡大図を示す。

#### 【0042】

図 3 (c) に示すように、太陽電池素子 X 1 の表面バスバー電極 5 a と、隣接する太陽電池素子 X 2 の裏面バスバー電極 4 a とをインナーリード 8 によって接続して、複数の太陽電池素子 X 同士が電氣的に接続されている。インナーリード 8 を裏面バスバー電極 4 a

と表面バスバー電極 5 a の全長もしくは複数箇所をホットエアーなどの熱溶着により接続して、太陽電池素子 X 同士を接続配線されている。インナーリード 8 としては、例えば、その表面全体に  $20 \sim 70 \mu\text{m}$  程度の半田を被覆した厚さ  $100 \sim 300 \mu\text{m}$  程度の銅箔を所定の長さに切断したものをを用いる。

#### 【0043】

本発明においては、あらかじめ太陽電池素子 X のバスバー電極 (4 a、5 a) の表面には半田を被覆しておかず、インナーリード 8 に被覆されている半田を溶融させることにより、太陽電池素子 X とインナーリード 8 を接続することが望ましい。

#### 【0044】

図 1 に、図 3 (c) の A-A 線における断面図を示す。なお、断面図は構成をわかりやすくするため、要部の寸法を誇張して描いてあり、実際の寸法比率とは異なる。

#### 【0045】

この断面図に示すように、本発明においては、裏面バスバー電極 4 a および／または表面バスバー電極 5 a の長手方向の端部が充填材 10 と接する構造になっている。従来は、バスバー電極 (4 a、5 a) の端部が剛性の高い半田 6 によって被覆されていたが、その代わりに、充填材 10 によって覆われるので、ストレスが緩和されやすい。したがって、バスバー電極 (4 a、5 a) の端部とシリコン基板 1 表面との境界線付近にかかる引張応力を低減することができ、ストレスの集中を抑制できるため、バスバー電極 (4 a、5 a) 下部のシリコン基板 1 にマイクロクラック等の欠陥の発生を抑制することができ、後工程におけるひびや割れを抑制することができるようになる。

#### 【0046】

また屋外に設置した場合の日々の温度サイクルによるストレスが電極付近に集中することがないため、長期間使用してもバスバー電極 (4 a、5 a) の長手方向近傍での割れが発生することはない。

#### 【0047】

なお、バスバー電極 (4 a、5 a) は、その長手方向の中央部の少なくとも一部が半田 6 で被覆されるようにすることが望ましい。例えば、あらかじめ半田でバスバー電極 (4 a、5 a) の中央部を被覆しておいてもよいし、インナーリード 8 で接続するときに、電極との中央部を溶着するようにしてもよい。このようにすれば、特にバスバー電極 (4 a、5 a) の中央部に必ず半田 6 が存在してインナーリード 8 と接続されることとなり、接続の信頼性が高まる。

#### 【0048】

次に、図 2 に本発明にかかる他の実施形態を示す。図 2 も図 1 と同様に図 3 (c) の A-A 線における断面図を示す。この実施形態では、裏面バスバー電極 4 a および／または表面バスバー電極 5 a の長手方向の端部は半田レジスト 7 を間に介した状態で充填材 10 と接触するような構成となっている。なお、半田レジスト 7 としては、例えば、有機硬化樹脂が用いられ、有機硬化樹脂には紫外線硬化型、熱硬化型のものがある。このように半田レジスト 7 を介して充填材 10 と接触しているので、上述のように、バスバー電極 (4 a、5 a) の端部が剛性の高い半田 6 によって被覆される代わりに、半田レジスト 7 と充填材 10 によって覆われるので、境界線付近におけるストレスの集中を緩和して抑制でき、バスバー電極 (4 a、5 a) 下部のシリコン基板 1 にマイクロクラック等の損傷の発生を抑制することができる。

このような半田レジスト 7 をあらかじめ設けておき、その後、半田被覆されたインナーリード 8 をバスバー電極 (4 a、5 a) に熱溶着することによって、インナーリード 8 側から半田 6 が流れ込んでもバスバー電極 (4 a、5 a) の端部を覆うことがない。

#### 【0049】

また、インナーリード 8 の幅を、裏面バスバー電極 4 a および／または表面バスバー電極 5 a の幅よりも細くしておけば、インナーリード 8 をバスバー電極 (4 a、5 a) に熱溶着した際に、バスバー電極 (4 a、5 a) の端部をインナーリード 8 の半田によって覆われにくくすることができる。

## 【0050】

なお、通常は太陽電池素子の電極部には出力を外部に取り出したり、電極の耐久性を維持するために、あらかじめディップ法、噴流式等によって半田を被覆するが多いが、本発明の太陽電池モジュールにかかる太陽電池素子Xの電極部に半田を被覆しなくても構わない。また、半田を被覆する場合でも、図1に示すように、太陽電池素子Xの裏面バスバー電極4aおよび/または表面バスバー電極5aの各々の端部が、半田6によって覆われないようにすることが必要である。そのために、例えば、図2に示すように、太陽電池素子Xの裏面バスバー電極4aおよび/または表面バスバー電極5aの各々の端部をあらかじめ半田レジスト7を塗布・硬化させた状態で、半田を被覆すれば、バスバー電極(4a、5a)の端部を半田6が覆わない構造とすることができるので、望ましい。

## 【0051】

また、裏面バスバー電極4aおよび/または表面バスバー電極5aの中央部にはフラックスを塗布し、端部にはフラックスを塗布しないことによって、バスバー電極(4a、5a)の中央部には半田6が被覆され、端部には半田6が被覆されない本発明の構造にすることもできる。

## 【実施例】

## 【0052】

以下、本発明の実施例を説明する。

## 【0053】

図3(a)に示すように、外形が $15\text{ cm} \times 15\text{ cm}$ で、抵抗 $1.5\ \Omega \cdot \text{cm}$ の多結晶のp型のシリコン基板1表面のダメージ層をアルカリでエッチングして洗浄した。次に、このシリコン基板1を拡散炉中に配置して、オキシ塩化リン( $\text{POCl}_3$ )の中で加熱することによって、シリコン基板1の表面にリン原子を $1 \times 10^{17}\ \text{atoms}/\text{cm}^3$ の濃度となるように拡散させて、n型拡散層1aを形成した。その上にプラズマCVD法によって反射防止膜2となる厚み $850\ \text{\AA}$ の窒化シリコン膜を形成した。

## 【0054】

このシリコン基板1の裏面側に裏面集電用電極4bを形成するために、アルミニウム粉末と有機ビヒクルとガラスフリットをアルミニウム100重量部に対してそれぞれ20重量部、3重量部を添加してペースト状にしたアルミニウムペーストをスクリーン印刷法によって塗布して乾燥させた。そして、裏面側に裏面バスバー電極4aを、表面側に表面電極5(表面バスバー電極5a、表面フィンガー電極5b)を形成するために、銀粉末と有機ビヒクルとガラスフリットを銀100重量部に対してそれぞれ20重量部、3重量部を添加してペースト状にした銀ペーストをスクリーン印刷法で塗布して乾燥させた。その後、 $750^\circ\text{C}$ で15分間焼き付けて、表面バスバー電極5aおよび裏面バスバー電極4aの幅をそれぞれ2mmで、表裏面に同時に電極を形成した。

## 【0055】

ここで、試料No. 1として、表面バスバー電極5aの端部に半田レジスト7を印刷して乾燥させたものに、ディップ法で電極に半田6を被覆し、本発明の太陽電池モジュールにかかる太陽電池素子を形成した。また、試料No. 2として、半田レジスト7を用いずに、同様にディップ法で電極の全面に半田6を被覆し、図5(a)に示した従来の形態の太陽電池素子を形成した。なお、半田は $\text{Sn}-3\text{Ag}-0.5\text{Cu}$ のPbフリー半田を用いた。

## 【0056】

また、試料No. 3として半田レジスト7を用いずに、バスバー電極(4a、5a)の長手方向の中央部のみにディスペンサーを用いて半田ペーストを塗布し、半田6で被覆部を作製した本発明の太陽電池モジュールにかかる太陽電池素子を作製した。

## 【0057】

さらに、試料No. 4、5として電極を半田6で被覆しない試料も作製した。

## 【0058】

次に、約 $30\ \mu\text{m}$ の厚みを有する半田層を設けた幅 $1.8\text{ mm}$ 、厚さ $200\ \mu\text{m}$ の銅箔

製のインナーリード8を、それぞれのバスバー電極(4a、5a)の全長にわたってホットエアーの熱溶着により貼り付けて、上述の太陽電池素子同士を接続配線した。このとき、試料No. 3と4は、インナーリード8の中央部のみ熱溶着で固定するようにした。また、試料No. 5は、インナーリード8の幅が2.2mmと接続する電極の幅よりも大きいものを用い、電極とは全面を熱溶着するようにした。

#### 【0059】

その後、上述のようにして太陽電池素子同士を接続配線したものを図3(b)に示すように、透光性パネル9と裏面保護材11との間に充填材10として、EVA(エチレンビニルアセテート共重合体)を用いて封入して図2に示した断面構造を有する太陽電池モジュールを形成した。

#### 【0060】

これらの太陽電池素子について、4点曲げによる破壊強度試験を行い、破壊強度(N)を求めた。また、太陽電池モジュールにおいて3000N/m<sup>2</sup>の圧力をかける静荷重試験において封入した太陽電池素子のマイクロクラック発生率を調べた。マイクロクラック発生率は、倍率40倍の双眼顕微鏡を用いて調べ、静荷重試験に用いた全ての太陽電池モジュールYの太陽電池素子Xの全枚数に対するマイクロクラックが発生した太陽電池素子Xの枚数を割合で示したものである。

#### 【0061】

これらの結果を表1に示す。

【表1】

試料 No.	条件				結果		備考
	電極 半田被覆	電極幅	インナー リード幅	電極端 レジスト	破壊強度 (N)	マイクロクラック 発生率	
1	あり 中央のみ被覆	2mm	1.8mm	あり	25	0%	本発明の 請求項2
2	あり 全体を被覆	2mm	1.8mm	なし	15	50%	本発明の 範囲外
3	あり 中央のみ被覆	2mm	1.8mm	なし	23	0%	本発明の 請求項1
4	なし インナーリード 中央溶着	2mm	1.8mm	なし	24	0%	本発明の 請求項1
5	なし インナーリード 全体溶着	2mm	2.2mm	なし	15	40%	本発明の 範囲外

#### 【0062】

試料No. 1は、表面バスバー電極5aの長手方向の端部と充填材10であるEVAとの間に半田レジストを介在した本発明の試料となり、破壊強度は25N、マイクロクラック発生率は0%となり、発明の効果が確認された。

#### 【0063】

一方、試料No. 2は、すべてのバスバー電極(4a、5a)の端部が半田6によって被覆された状態となり、充填材10であるEVAと直接あるいは半田レジスト7を介して接触していない本発明の範囲外の試料となった。破壊強度は15N、マイクロクラック発生率は50%となり、不満足な結果となった。

#### 【0064】

試料No. 3は、バスバー電極(4a、5a)の中央部にのみ半田6を被覆し、インナーリード8の中央部を溶着するようにした結果、完成した太陽電池モジュールは、電極の端部と充填材10とが直接接触した本発明にかかる形態となっている。そして、この場合、太陽電池素子の破壊強度は23N、マイクロクラック発生率は0%であり、発明の効果が

が確認された。

【0065】

また、試料No. 4は、バスバー電極（4a、5a）に半田6を被覆しない試料であり、インナーリード8に被覆された半田を利用し、インナーリード8の中央部を溶着するようにした結果、完成した太陽電池モジュールは、電極の端部と充填材10とが直接接触した本発明にかかる形態となっている。そして、この場合、太陽電池素子の破壊強度は24N、マイクロクラック発生率は0%であり、発明の効果が確認された。

【0066】

試料No. 5は、バスバー電極（4a、5a）に半田6を被覆しない試料であるが、バスバー電極（4a、5a）の幅よりも大きい幅2.2mmのインナーリード8を用いて全面をホットエアーで溶着したところ、バスバー電極（4a、5a）の端部に半田6が被覆されてしまい、電極の端部と充填材10とが接触しない本発明の範囲外の構成となった。その結果、破壊強度は15N、マイクロクラック発生率は40%となり、不満足な結果であった。

【0067】

このように、本発明によって、バー電極（4a、5a）の端部に半田6が被覆されず、充填材10と直接あるいは半田レジスト7を介して接触しているように構成したことによって、バスバー電極の端部と基板表面との境界線付近におけるストレスの集中を抑制でき、そのため破壊強度は高くなり、またバスバー電極下部の基板へのマイクロクラックの発生を抑制することができることを確認した。

【図面の簡単な説明】

【0068】

【図1】本発明の太陽電池モジュールにかかる太陽電池素子の一実施形態における図3（c）のA-A線における断面図である。

【図2】本発明の太陽電池モジュールにかかる太陽電池素子の別の実施形態における図3（c）のA-A線における断面図である。

【図3】（a）は太陽電池素子Xの断面の構造を示す図であり、（b）は、（a）の太陽電池素子Xを組み合わせて構成した太陽電池モジュールYであり、（c）は、（b）の太陽電池モジュールYの内部構造の部分拡大図である。

【図4】図4は、太陽電池素子Xの電極形状の一例を示す図であり、（a）は受光面側（表面）、（b）は非受光面側（裏面）である。

【図5】（a）は、一般的な太陽電池素子Xにおける図3（c）のA-A線における断面図であり、（b）は、（a）のB部における電極の断面にかかるストレスをシミュレーションした変形モード図と応力ベクトル図である。

【符号の説明】

【0069】

- 1：シリコン基板
- 1a：n型拡散層
- 1：半導体基板
- 2：反射防止膜
- 3：半導体接合部
- 4：裏面電極
- 4a：裏面バスバー電極
- 4b：裏面集電用電極
- 5：表面電極
- 5a：表面バスバー電極
- 5b：表面フィンガー電極
- 6：半田
- 7：半田レジスト
- 8：インナーリード

9 : 透光性パネル

1 0 : 充填材

1 1 : 裏面保護材

1 2 : 出力配線

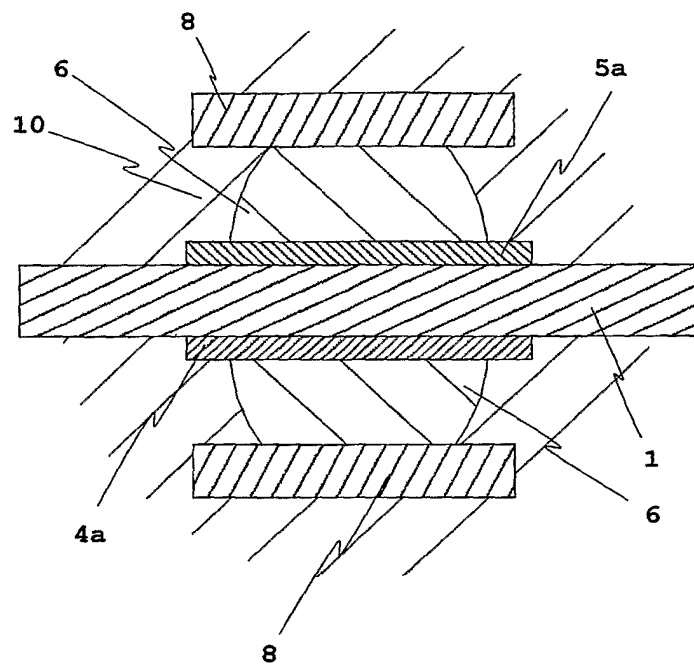
1 3 : 端子ボックス

X、X 1、X 2、X 3 : 太陽電池素子

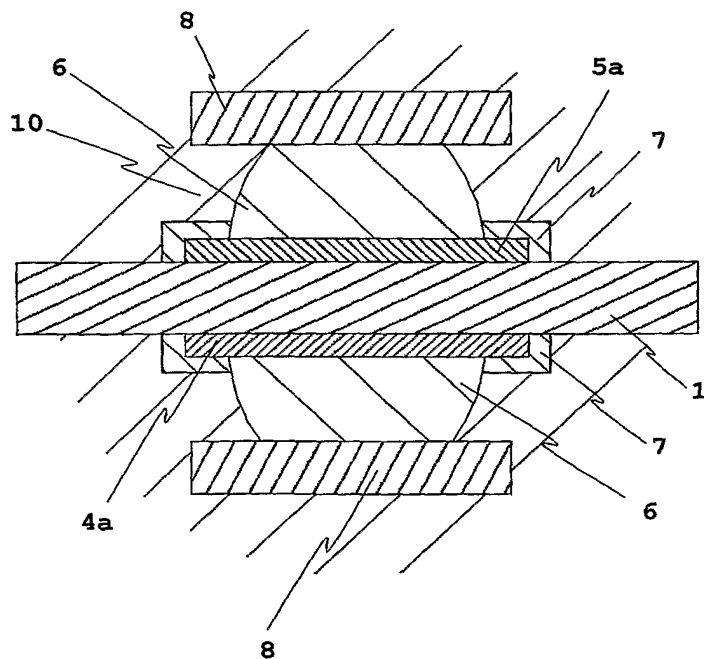
Y : 太陽電池モジュール

【書類名】 図面

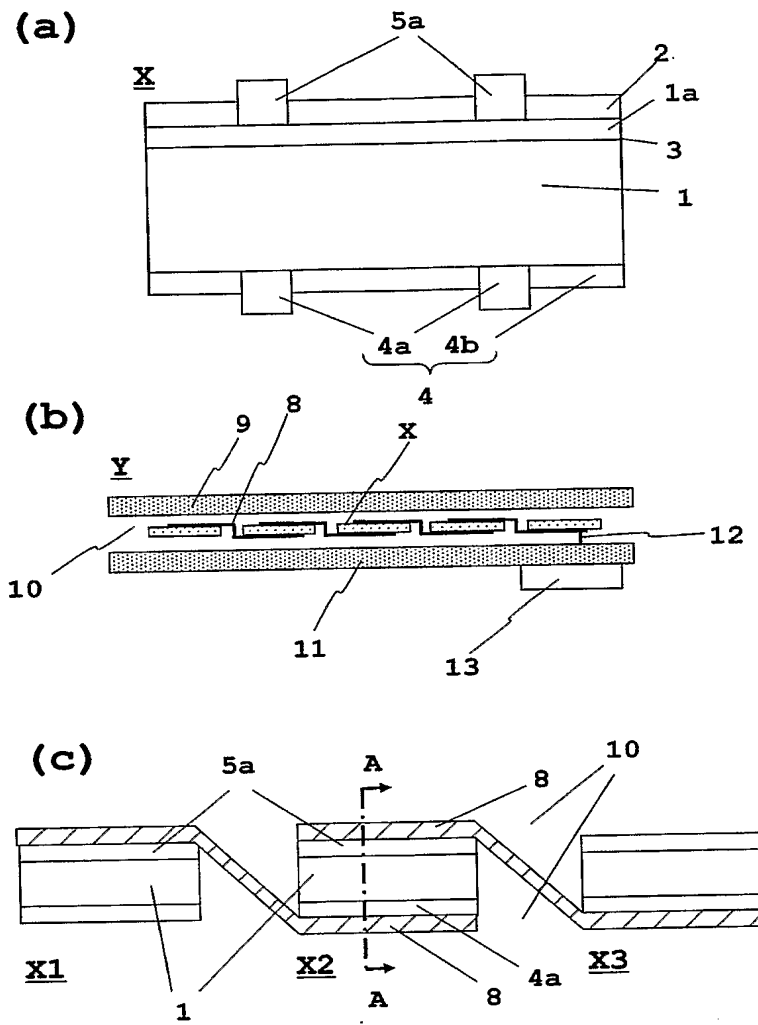
【図 1】



【図 2】

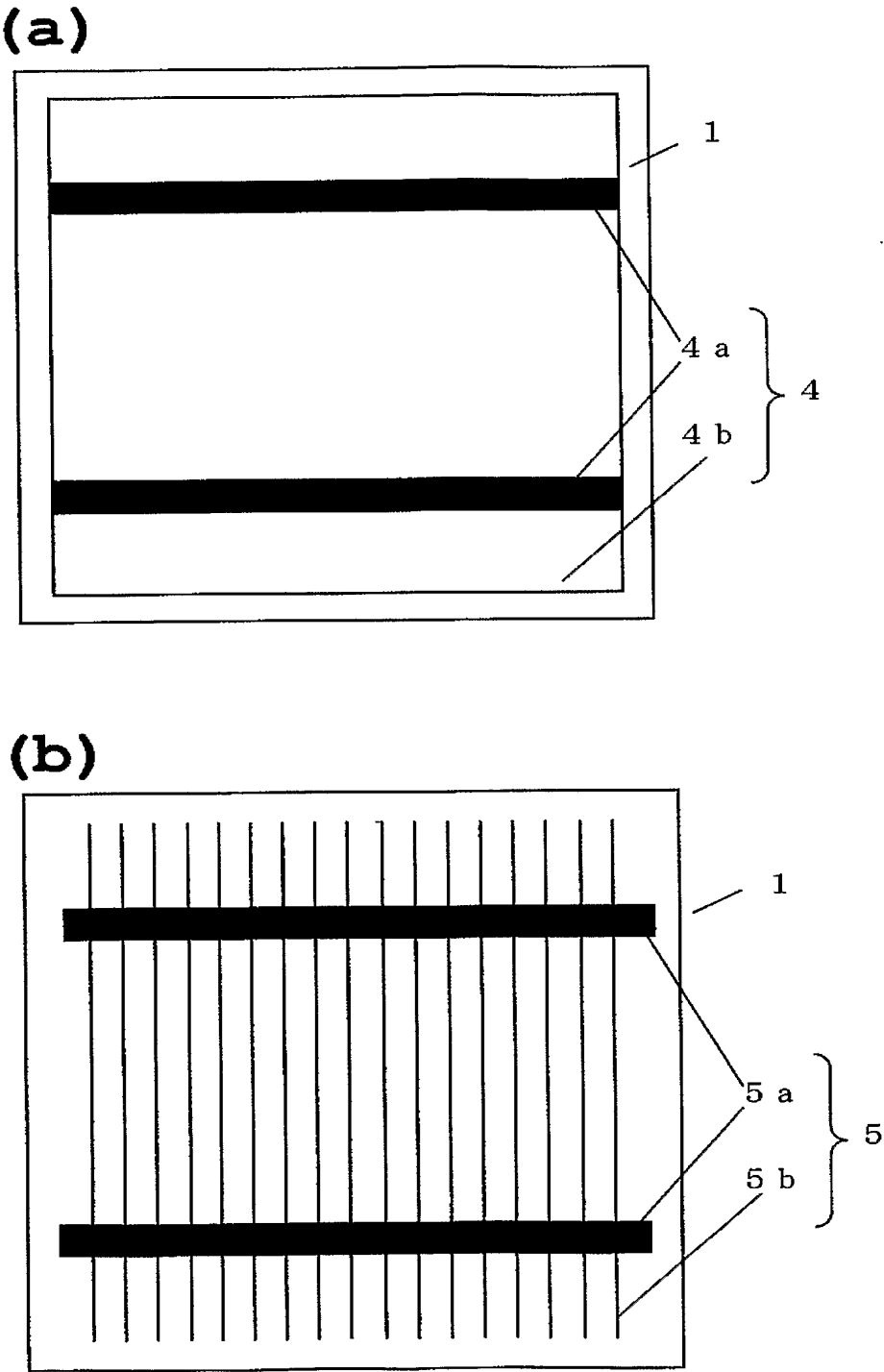


【図 3】

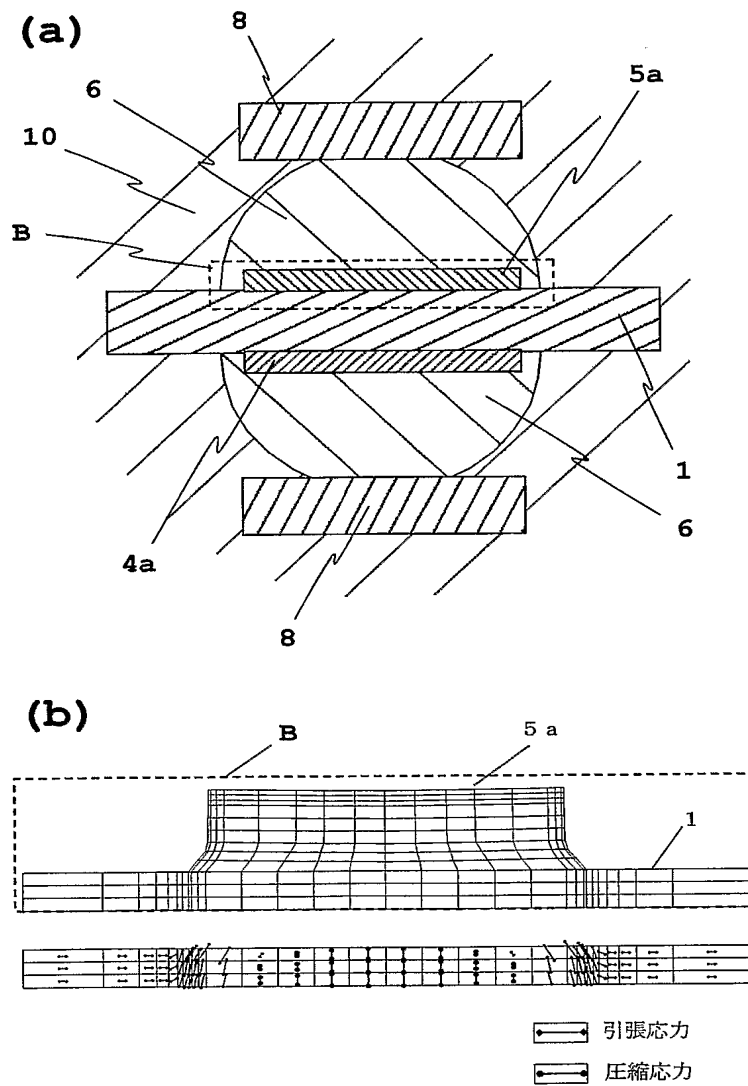




【図 4】



【図 5】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 太陽電池素子のバスバー電極端部と半導体基板の表面との境界線付近に最も大きな応力が生じ、ストレスが集中しやすい状態となっているため、マイクロクラック等の損傷や、そこを起点に大きなひびや割れに発展するという問題があった。

**【解決手段】** 複数枚の太陽電池素子の受光面側および／または非受光面側に、出力を外部へ取り出すためのバスバー電極（4 a、5 a）を設け、これらの太陽電池素子のバスバー電極（4 a、5 a）同士をインナーリード 8 で接続し、充填材 1 0 内に封入した太陽電池モジュールにおいて、インナーリード 8 とバスバー電極（4 a、5 a）とは半田 6 によって接続されるとともに、バスバー電極 8 は、その長手方向の端部が充填材 1 0 と直接接触するように構成されている。

**【選択図】** 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 9 8 1 9 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 6 6 3 3 ]

1. 変更年月日 1 9 9 8 年 8 月 2 1 日

[変更理由] 住所変更

住 所 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地  
氏 名 京セラ株式会社